

## Short Report

## コミュニケーション活性化を目的とした絵からの感情判断理由の生成

堂坂浩二<sup>1</sup>, 鈴木哲司<sup>2</sup>, 石井雅樹<sup>1</sup>, 伊東嗣功<sup>1</sup><sup>1</sup> 秋田県立大学システム科学技術学部情報工学科<sup>2</sup> 秋田県立大学大学院システム科学技術研究科電子情報システム学専攻

本論文では、人間同士の感情コミュニケーションを活性化する会話ロボットを実現することを狙いとして、一筆書きの絵から感情を認識し、絵にどんな感情が表されているかという感情判断だけでなく、なぜそう判断されたのかという判断理由を付与して、感情判断文を生成する方法を提案する。感情判断だけでなく判断理由を発話することにより、会話ロボットの発話の説得性や信頼性が増し、人間のコミュニケーションをより活性化させることが期待できる。提案法は、絵から認識された感情・形状・色に基づいて判断理由有りの感情判断文を生成する。生成文の適切さを向上させるため、感情・色間および感情・形状間の統計的関係、人間から収集した判断理由を表す言語表現を活用した。評価実験の結果、提案法により生成された判断理由有りの感情判断文の方が、判断理由無しの場合よりも感情判断文の妥当性ならびに感情判断文に対してコメントしたい意欲が向上した。このことは、会話ロボットの感情判断文に判断理由を付与することにより、人間同士の感情コミュニケーションが促進される可能性を示している。

**キーワード：**自然言語生成，応答生成，感情認識，対話システム，会話ロボット

言葉や身振りを使って人と会話する会話ロボットは、親しみやすいやり取りで人間の様々な活動を支援することが期待される (Neff, Wang, Abbott, & Walker, 2010)。なかでも人間同士のコミュニケーションを活性化することを目的とした会話ロボットの実現に向けて盛んに研究が行われている (Fujie, Matsuyama, Taniyama, & Kobayashi, 2009; Dohsaka, Asai, Higashinaka, Minami, & Maeda, 2014; Kuman & Rosé, 2014)。

人間同士のコミュニケーションにおいては、感情のやり取りが重要な役割を担う。例えば、適度に感情を表出することには心理セラピー効果があり (Carryer & Greenberg, 2010)、相手の感情を理解し共感を示すことは良好な対人関係を構築するために不可欠である (Riggio, 1986)。良好な対人関係の形成は社会交流の基盤であり、社会交流の活性化は認知症を予防する効果をもつ (Fratiglioni, Paillard-Borg, & Winblad, 2004)。会話ロボットが人間

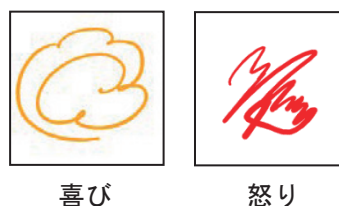


図1 感情を表す一筆書きの絵の例

同士の感情コミュニケーションを促進できれば、心理セラピー効果や社会交流を活性化する効果が得られることが期待できる。

以上の観点から、図1に示すような、人が感情を表した一筆書きの絵に着目し、言葉と絵の双方を使って人間同士の感情コミュニケーションを活性化する会話ロボットの実現を目指して研究を進めている。言葉だけでなく絵も使うことで感情の表出が促進され、一筆書きの絵は誰もが容易に感情を表現できると考えた。本論文では、そうした会話ロボットの要素技術として、一筆書きの絵から自動的に感情を認

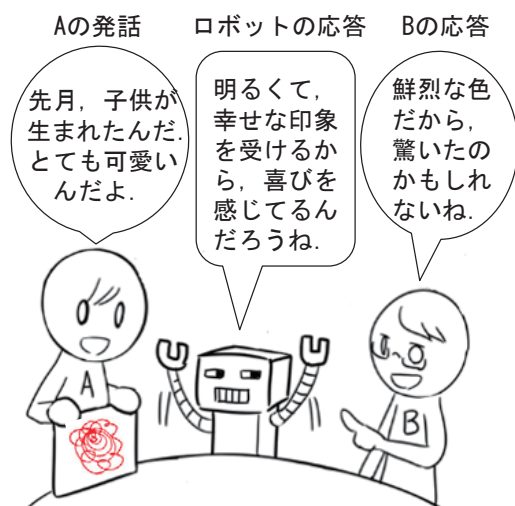


図2 人間のコミュニケーションを活性化する  
会話ロボットの例

識し、絵にどんな感情が表されているかという感情判断だけでなく、なぜそう判断されたのかという判断理由を付与して感情判断文を生成する方法を提案する。判断理由は絵の色と形状の観点から生成する。

図2に、本研究で想定する人・ロボット間の会話例を示す。この例では二人の会話参加者 A・B とロボットが会話している場面を想定している。参加者 A が日常の出来事に関する話題を提供し、出来事に対して覚えた感情について文章と絵で表現している。参加者 B とロボットは参加者 A の感情を推し量りながら応答している。このとき、ロボットは絵から「喜び」という感情を認識したことに加えて、なぜその感情を認識したかという判断理由「明るくて、幸せな印象を受けるから」も付与して、感情判断文を発話している。ロボットが感情判断だけでなく、判断理由も発話することにより、ロボットの感情判断の説得性や信頼性が増し、人間の感情コミュニケーションをより活性化させる可能性がある。

本研究は、言葉だけでなく絵を使って感情のやり取りを活性化することに特徴がある。絵はイラスト・図・写真等と並んで視覚的情報の一種である。人間は視覚的情報を効果的に使って情報のやり取りを行っている。視覚的情報を使って人間のコミュニケーションを活性化させる従来システムとして、写真（大武, 2009）、イラスト（Jang, MacLean, & Heer, 2014）、絵画（Jones, Hankinson, Collicie, & Tang, 2014）を使ったシステムがあるが、これらの従来研究では、

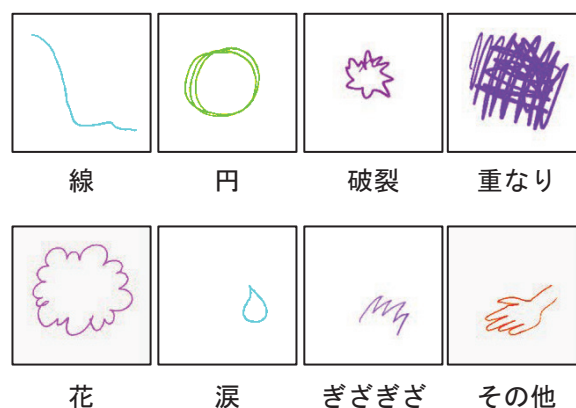


図3 絵の形状の8クラス

視覚的情報から感情を自動的に認識し、認識結果に基づいて自律的に人間に働きかけることはしない。本研究の特徴は、一筆書きの絵から自動的に感情を認識し、その認識結果に基づいて感情判断文を発話することにより、人間の感情コミュニケーションを活性化させようとする点にある。

以下において、まず、絵から感情と形状を認識する認識器について述べる。次に、判断理由を付与した感情判断文を生成する提案法について説明し、提案法のコミュニケーション活性効果を評価した実験とその結果について述べる。

## 絵からの感情認識と形状認識

### 感情認識器

本研究では、Plutchik の分類（Plutchik, 2001）にしたがって、感情を喜び、悲しみ、受容、嫌悪、恐れ、怒り、驚き、予期の 8 つのクラスに分類する。

絵から感情を認識する認識器を機械学習により学習するために、35 名の参加者から感情を表す一筆書きの絵 840 枚の描画データを収集した（鈴木・堂坂, 2016）。

収集した描画データを使って、一筆書きの絵から感情を認識するサポートベクターマシン（SVM）認識器を構築した。SVM の実装には Weka の SMO（Platt, 1999）を使い、特徴量としては色の情報、HOG 特徴量（Dalal & Triggs, 2005）、輪郭線特徴量（堀・根本・伊藤, 1998）などを用いた。分類正解率 53.5%を得た（鈴木・堂坂, 2016）。

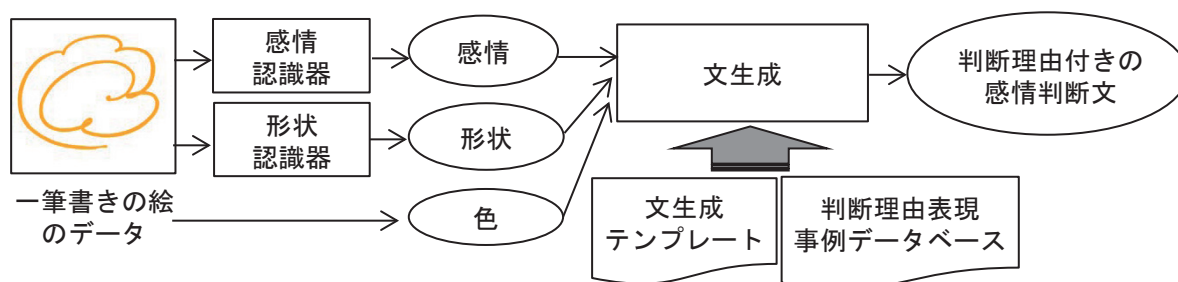


図4 判断理由を付与した感情判断文を生成する提案法の概略

## 形状認識器

絵の形状を適切に分類するために、2名の作業者に絵840枚の形状を10個程度のクラスに分類させた。作業者には意見が一致しなかったとき相談することを許した。20データ未満から成る形状のクラスは類似したクラスに統合させた。結果として、図3に示すような次の8つの形状クラスに集約された。

- ・ 線: 閉ループを持たない直線や弧の形状
- ・ 円: 円状の形状
- ・ 破裂: 外側への鋭い突起が目立つ閉ループの形状
- ・ 重なり: 書きなぐったような絵や、様々な形状が重なっている形状
- ・ 花: 外側への緩やかな突起状をもつ閉ループの形状
- ・ 涙: 一般的に使用される涙の形状
- ・ ギザギザ: 上下左右に揺れる、のこぎり状の形状
- ・ その他: 他のクラスに含まれない形状。絵自体に意味をもつ花と涙以外の形状（例：人間、手など）

形状認識器を描画データから学習した。特徴量は、線を描く方向の変化数、分割領域ごとの輪郭線方向の総和 HOG 特徴量、筆圧の変化数などを使った。分類正解率は 61.6% となった（鈴木・堂坂, 2016）。

## 感情判断文生成

本節では、一筆書きの絵から判断理由を付与した感情判断文を生成する提案法について説明する。判断理由は絵の色と形状の観点から生成する。

図4に提案法の概略を示す。まず一筆書きの絵の

	喜び	悲しみ	受容	嫌悪	恐れ	怒り	驚き	期待
線		▲				▽		
円	▲	▽	▲			▽	▽	
破裂	▽	▽	▽			▲	▲	
重なり			▽	▲	▲	▲		
花	▲	▽		▽		▽		
涙		▲						
ギザギザ	▽		▽		▲	▲		▽
その他						▽		▲

図5 形状と感情の関係の残差分析

	喜び	悲しみ	受容	嫌悪	恐れ	怒り	驚き	期待
色1		▽	▽		▽	▲		▽
色2	▲	▽	▲	▽	▽	▽	▲	
色3	▲	▽	▲	▽	▽	▽		▲
色4	▲	▽		▽	▽	▽	▲	▲
色5			▲					
色6		▽	▲	▽	▽	▽		▲
色7			▲					▲
色8							▲	▲
色9			▲					
色10	▽	▲			▽	▽		
色11	▽	▲	▽					▽
色12	▽	▲	▽		▲	▽	▽	▽
色13	▽	▲	▽	▲	▲	▽	▽	▽
色14	▽	▽	▽	▲	▲			▽
色15	▽	▽		▲	▲	▽		▽
色16		▽	▲		▲	▽		
色17								
色18						▲		
色19	▽		▽	▲	▲			▽

図6 色と感情の関係の残差分析

データが与えられると、感情認識器と形状認識器により絵の感情と形状を認識する。絵の色は絵のデータから直接取得する。本研究では HSV 表色系を用いており、色相は 0 度から 360 度の角度で表される。この色相空間を 18 分割したものに黒色を加えた 19 のクラスで色を分類した。

次に、手動で作成した文生成テンプレートに基づいて、判断理由有りの感情判断文を生成する。生成される文の適切さを向上させるため、形状・感情間ならびに色・感情間の統計的關係と人間から収集した判断理由表現の事例データベースを活用した。

感情-形状	感情-色	感情判断文テンプレート					[感情名]	の感情 じゃない かな？
-	-					もしかして		
-	▲			色が[色名]	だから、			
▲	-	形が[形状名]			だから、			
▲	▲	形が[形状名]	で、	色が[色名]	だから、			
-	▽				なんだけど、たぶん			
▽	-	形が[形状名]			なんだけど、たぶん			
▽	▽	形が[形状名]	で、	色が[色名]	なんだけど、もしかして			
▲	▽	色が[色名]	なんだけど、	形が[形状名]	だから、			
▽	▲	形が[形状名]	なんだけど、	色が[色名]	だから、			

図7 判断理由を付与した感情判断文を生成する文生成テンプレート

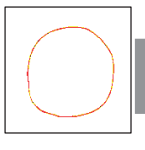
### 形状・感情間ならびに色・感情間の統計的關係

形状・感情間ならびに色・感情間の統計的關係をカイ二乗独立性検定と残差分析により調べた。まず、カイ二乗検定の結果、形状と感情ならびに色と感情は有意に関係することが分かった ( $p < 0.05$ )。それぞれの残差分析の結果を図5と6に示す。▲は該当する組合せが有意に多いことを示し、▽は有意に少ないことを示し、-はいずれでもないことを示す。例えば、喜びは赤色から黄色の色相(色2から色4)および円や花の形状と共起しやすく、青色(色11から色13)および破裂やギザギザの形状と共起しにくいことが分かる。

残差分析の結果に基づき、図7に示すように、判断理由有りの感情判断文を生成するテンプレートを手動で作成した。どのテンプレートを使うかは、感情と色ならびに感情と形状が残差分析の結果においてどのような関係(有意に多い、有意に少ない、いずれでもない)をもっているかで決定する。色や形状が感情に対して「有意に少ない」という関係をもっているとき、「なんだけど」という逆接を使って判断文を生成する。例えば、喜びに対して青色は有意に少ないので、「青色なんだけど、喜びの感情じゃないかな？」と生成することで、違和感を緩和できると考えた。

### 判断理由表現の事例データベース

絵の判断理由を表す言語表現のバリエーションを増やすため、人間から判断理由表現を収集した。判



	認識結果	有意さ判定	判断理由表現事例
感情	喜び	-	-
形状	円	▲	包容的
色	色3	▲	暖かみがある
生成文	形が包容的で、色に暖かみがあるから、喜びの感情じゃないかな？		

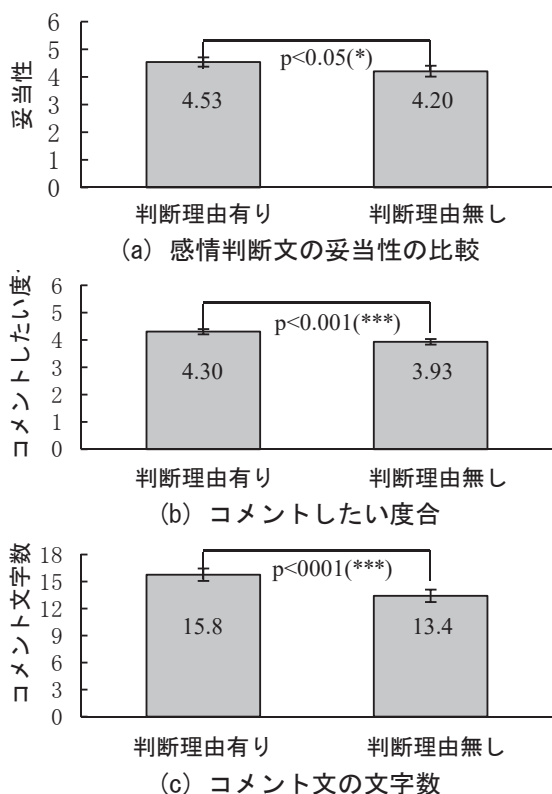
図8 感情判断文の生成例

断理由表現は、実験参加者14名に対して無作為に選んだ画像データ120個を提示し、絵によって表されている感情を回答してもらい、さらに色と形状の観点から感情判断理由を表す言語表現を回答してもらうことにより収集した。色に関しては「明るい」、「春めいた感じ」など、形状に関しては「尖っている」、「幸せそうな」など、多様な言語表現を収集できた。この判断理由表現を集めたデータベースを判断理由表現の事例データベースと呼ぶ。

判断理由表現の事例データベースを活用するために、判断理由を感情と形状、感情と色の組み合わせごとに分類した。感情判断文を生成する際、テンプレート上の「[形状名]」には感情と形状の組み合わせに合致した言語表現を事例データベースからランダムに選択したものをを入力する。同様に、「[色名]」には感情と色の組み合わせに合致した言語表現を入力する。

図8に提案法によって生成された判断理由有りの感情判断文の例を示す。この例では、感情と形状と





注 エラーバーは 95%信頼区間を示す

図 9 感情判断文の評価結果

色としてそれぞれ喜びと丸と色 3 が認識された。図 5 と 6 から、喜びは丸という形状、色 3 という色とそれぞれ生起しやすいことが分かるので、図 7 のテンプレートにおいて「形が〔形状名〕で、色が〔色名〕だから、〔感情名〕の感情じゃないかな？」という文型が選択された。認識された感情・形状、感情・色の組み合わせに応じて、判断理由表現事例データベースから形状と色を表す言語表現が無作為に選択され、図 8 の感情判断文が生成された。

## 評価

### 実験方法

判断理由を付与した感情判断文の発話がコミュニケーションを活性化する効果を評価するために、感情判断文の妥当性と感情判断文に対してコメントしたい度合について評価した。

まず、収集した 840 個の絵の描画データを無作為に訓練データ 810 個とテストデータ 30 個に分け、訓練データを使った感情認識器と形状認識器の学習

と、テストデータを使った感情と形状の認識を 3 回繰り返した。色の情報は描画データから直接抽出した。生成された 90 ケースの感情・形状・色の認識結果を感情判断文の評価に用いた。90 ケースの感情・形状・色の認識結果のそれぞれについて、判断理由有りの感情判断文と判断理由無しの感情判断文を生成した。絵と感情判断文の対が 180 個生成されたことになる。判断理由有りの判断文は図 7 の生成テンプレートにしたがって生成し、判断理由無しの判断文の文末は「～の感情じゃないかな？」に統一して生成した。

12 名の実験参加者を集めた。各参加者には、テストデータ 90 枚の絵の画像と生成した感情判断文の対を示した。6 名は奇数番号の絵の感情判断文を判断理由有り、偶数番号を判断理由無しとし、残りの 6 名は偶数番号を判断理由有り、奇数番号を判断理由無しとした。絵の画像ごとに次のアンケートに答えてもらった。

- ・ この文は絵の感情を判断した文として妥当ですか？妥当性を 6 段階で評価し、入力してください。
- ・ 会話相手がこの文を発言したとして、コメントしたくなる度合を 6 段階で評価し、入力してください。
- ・ この文に対するコメント文を書いてください。コメントを思いつかない場合は未記入にしてください。

結果として、判断理由有りとなしの各感情判断文に対して 6 名の参加者が妥当性とコメントしたい度合を評価し、コメント文を任意に入力した。

### 評価結果と考察

図 9 に、判断理由有りとなしの間で、感情判断文の妥当性、感情判断文に対してコメントしたい度合い、コメントの文字数を比較した結果を示す。各数値は 6 名の実験参加者の平均とした。

各評価基準による判断理由有りとなしの場合を比較するために、等分散を仮定しない t 検定（両側検定）を適用した。その結果、感情判断文の妥当性は判断理由有りの方が有意に高くなることが示された。コメントしたい度合いとコメントの文字数の比較に

においても判断理由有りの方が有意に高くなることが分かった。以上の結果から、提案法により生成された判断理由を感情判断文に付加した方が、感情判断文の妥当性が増し、感情判断文に対してコメントしたい意欲が向上することが示された。

今回の評価ではコメント文の文字数という簡易な方法でコメント文の量を測っているものの、コメント意欲が向上し、コメント文の量が増加したことは、判断理由の付加が会話相手のコメントを喚起し、コミュニケーションを促進する効果をもつ可能性を示している。

## 結言

本論文では、人間同士の感情コミュニケーションを活性化する会話ロボットを実現することを狙いとして、一筆書きの絵から感情を認識し、絵にどんな感情が表されているかという感情判断だけでなく、なぜそう判断されたのかという判断理由を付与して、感情判断文を生成する方法を提案した。判断理由は絵の形状と色の観点から生成した。感情と色および感情と形状の間の統計的關係、人間から収集した判断理由を表す言語データを利用することにより、感情判断文の適切性を向上させる。

評価実験の結果、提案法により判断理由を感情判断文に付加した方が、感情判断文の妥当性を向上させ、感情判断文に対してコメントしたい意欲が向上することが分かった。このことは、会話ロボットの感情判断文に判断理由を付与することにより、人間同士の感情コミュニケーションがより促進される可能性を示している。

今後の課題としては、絵とテキストの双方から感情を認識し、感情判断文を生成する手法の開発、絵と言葉の双方を使ってコミュニケーションを活性化する会話ロボットの実現がある。

## 謝辞

本研究は科研費（16K00355）の助成を受けたものである。また、本研究は秋田県立大学平成 27 年度学長プロジェクト研究費「科研費チャレンジ研究」の

支援を受けて行った。ここに記して謝意を表する。

## 文献

- Carrier, J. R. & Greenberg, L. S. (2010). Optimal Levels of Emotional Arousal in Experiential Therapy of Depression. *Journal of consulting and clinical psychology*, 78, 190-199.
- Dalal, N. & Triggs, B. (2005). Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, In *Proc. CVPR'05*, 886-893.
- Dohsaka, K., Asai, R., Higashinaka, R., Minami, Y., & Maeda, E. (2014). Effects of Conversational Agents on Human Communication Agents on Human Communication in Thought-Evoking Multi-Party Dialogues. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E97-D (8), 2147-2156.
- Fratiglioni, L., Paillard-Borg, S., & Winblad, B. (2004). An Active and Socially Integrated Lifestyle in Late Life Might Protect against Dementia. *Lancet Neurology*, 3(6), 343-353.
- Fujie, S., Matsuyama, Y., Taniyama, H., & Kobayashi, T. (2009). Conversation Robot Participating in and Activating a Group Communication. In *Proc. INTERSPEECH*, 264-267.
- 堀桂太郎, 根本孝一, 伊藤彰義 (1998). 「文字の輪郭線に着目した特徴抽出法に関する一考察: 外郭局所的輪郭線特徴と外郭局所的モーメント特徴」『電子情報通信学会技術研究報告』, PRMU, 97(558), 77-84.
- Jang, A., MacLean, D. L., & Heer, J. (2014). Body-Diagrams: Improving Communication of Pain Symptoms Through Drawing, In *Proc. CHI'14*, 1153-1162.
- Jones, B., Hankinson, S. P., Collie, K., & Tang, A. (2014). Supporting Non-verbal Visual Communication in Online Group Art Therapy. In *Proc. CHI '14*, 1759-1764.
- Kumar, R. & Rosé, C. P. (2014). Triggering Effective Social Support for Online Groups, *ACM Trans. Interactive Intelligent Systems*, 3(4), 1-32.

- Neff, M., Wang, Y., Abbott, R., & Walker, M. (2010). Evaluating the Effect of Gesture and Language on Personality Perception in Conversational Agents. In Allbeck J., Badler N., Bickmore T., Pelachaud C., & Safonova A. (eds.), IVA 2010, LNCS, volume 6356, 222–235, Springer, Heidelberg.
- 大武美保子 (2009). 「認知症予防回復支援サービスの開発と忘却の科学」『人工知能学会論文誌』24(6), 569-576.
- Platt, J. C. (1999). Fast Training of Support Vector Machines Using Sequential Minimal Optimization, in: Schölkopf, B., Burges, C. J. C., & Smola, A. J. (eds.), *Advances in Kernel Methods*, 185-208.
- Plutchik, R. (2001). The Nature of Emotions. *American Scientist*, 89(4), 344-350.
- Riggio, R. E. (1986). Assessment of Basic Social Skills. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(3), 649-660.
- 鈴木哲司, 堂坂浩二 (2016). 「一筆書きの絵を対象とした感情判断理由の生成」『2016 年度人工知能学会全国大会論文集』, 1B2-5.

〔 平成 30 年 6 月 30 日受付  
平成 30 年 7 月 10 日受理 〕

## Generating Reasoning for Emotional Judgment of Sketches for the Activation of Communication

---

Kohji Dohsaka<sup>1</sup>, Satoshi Suzuki<sup>2</sup>, Masaki Ishii<sup>1</sup>, Hidekatsu Itoh<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> *Department of Information and Computer Science, Faculty of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University*

<sup>2</sup> *Course of Electronics and Information Systems, Graduate School of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University*

The authors of this paper present a method of recognizing emotion from a one-stroke sketch and generating a sentence expressing an evaluation of the emotion that is expressed in the sketch along with the rationale for the judgment. This method is intended to be used to create a conversational robot that can activate human affective communication. By appending the reasoning for the judgment, the robot's utterances could further stimulate human communication. The authors have developed a sentence generator to produce a statement of emotional judgment along with the reasoning on the basis of the recognized emotion, shape, and color of a sketch. To enhance the relevance of generated sentences, the method utilizes the statistical relationship between the emotion and the shape or the color of a drawing, and the sample database of linguistic expressions for shape and color. The results of the experiment prove that the method could enhance the relevance of emotional assessment and could stimulate human communication.

**Keywords:** natural language generation, response generation, emotion recognition, dialogue system, conversational robot